

ШОН КЭРРОЛЛ

.....

# ВЕЧНОСТЬ

.....

В поисках  
окончательной  
теории времени



ШОН КЭРРОЛЛ

.....

# ВЕЧНОСТЬ

.....

В поисках  
окончательной  
теории времени



Москва · Санкт-Петербург · Нижний Новгород · Воронеж  
Киев · Екатеринбург · Самара · Минск

2016

ББК 22.68  
УДК 524.8  
К98

**Кэрролл Ш.**

**К98** Вечность. В поисках окончательной теории времени / Пер. с англ. Е. Шикаревой. — СПб.: Питер, 2016. — 512 с.: ил. — (Серия «New Science»).

ISBN 978-5-496-01017-7

Что такое время в современном понимании и почему оно обладает именно такими свойствами? Почему время всегда движется в одном направлении? Почему существуют необратимые процессы? Двадцать лет назад Стивен Хокинг пытался объяснить время через теорию Большого Взрыва. Теперь Шон Кэрролл, один из ведущих физиков-теоретиков современности, познакомит вас с восхитительной парадигмой теории стрелы времени, которая охватывает предметы из энтропии квантовой механики к путешествию во времени в теории информации и смысла жизни.

Книга «Вечность. В поисках окончательной теории времени» не просто следующий шаг на пути к пониманию почему существует Вселенная — это прекрасное чтение для широкого круга читателей, которые интересуются физикой и устройством нашего мира.

**12+** (В соответствии с Федеральным законом от 29 декабря 2010 г. № 436-ФЗ.)

ББК 22.68  
УДК 524.8

Права на издание получены по соглашению с A Plume book, a division of Penguin Books USA Inc. Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

ISBN 978-0452296541 англ.  
ISBN 978-5-496-01017-7

© Plume; Reprint edition (October 26, 2010)  
© Перевод на русский язык ООО Издательство «Питер», 2016  
© Издание на русском языке, оформление  
ООО Издательство «Питер», 2016  
© Серия «New Science», 2016

# ОГЛАВЛЕНИЕ

---

<b>Пролог</b> .....	12
Время после Большого взрыва .....	13
Мы видим далеко не всё.....	14
Всегда останутся скептики.....	16
Примечания.....	18
<b>Часть I. Время, опыт и Вселенная</b> .....	19
Глава 1. Прошлое — это воспоминания настоящего.....	19
Что мы понимаем под временем.....	20
Примечания.....	38
Глава 2. Тяжелая рука энтропии.....	41
В Зазеркалье.....	41
Стрела времени .....	43
Будущее и прошлое как верх и низ.....	46
Самый надежный закон природы.....	48
Возвышение атомов .....	51
Энтропия и беспорядок .....	53
Энтропия и жизнь .....	55
Почему мы не помним будущее? .....	57
Искусство возможного .....	59
Примечания.....	61
Глава 3. Начало и конец времени.....	64
Видимая Вселенная.....	65
Большая и всё больше.....	67
Большой взрыв .....	70
Горячее однородное начало .....	72
Подкрутим контраст во Вселенной.....	74
Вселенная не стационарна .....	76
Она ускоряется.....	78
Загадка энергии вакуума.....	82
Глубочайшее будущее .....	84
Энтропия Вселенной .....	86
Примечания.....	88

<b>Часть II. Время во Вселенной Эйнштейна</b> .....	<b>94</b>
Глава 4. Время — штука личная.....	94
Потерянные в пространстве.....	96
Ключ к относительности.....	100
Пространство—время.....	102
Оставаясь в своем световом конусе.....	106
Самое знаменитое уравнение Эйнштейна.....	110
Примечания.....	112
Глава 5. Время гибкое.....	116
Искавляя прямые линии.....	118
Главное уравнение Эйнштейна.....	121
Дыры в пространстве—времени.....	123
Белые дыры: черные дыры наоборот.....	127
Примечания.....	128
Глава 6. Петля во времени.....	130
Жульничество с пространством—временем.....	131
Круги во времени.....	133
Врата во вчера.....	136
Одно простое правило.....	139
Энтропия и машины времени.....	141
Предсказания и причуды.....	143
Флатландия.....	146
Изучение машин времени во Флатландии (и в Кембридже).....	147
Кротовые норы.....	152
Машина времени без особых затрат.....	155
Защита от машин времени.....	156
Примечания.....	159
<b>Часть III. Энтропия и ось времени</b> .....	<b>165</b>
Глава 7. Время, назад!.....	165
Шахматный мир.....	168
Ставя время с ног на голову.....	171
В Зазеркалье.....	173
Адрес состояния системы.....	176
Запуск частиц в обратном направлении.....	184
Три отражения природы.....	187
Сохранение информации.....	190
Примечания.....	193

Глава 8. Энтропия и беспорядок .....	199
Огрубление .....	202
Энтропия по Больцману .....	205
Контейнер с газом возвращается .....	208
Полезная и бесполезная энергия .....	211
Не закливайтесь на деталях .....	214
Прокрутка энтропии в обратную сторону .....	219
Деконструкция Бенджамина Баттона .....	221
Энтропия как беспорядок .....	224
Принцип безразличия .....	226
Другие энтропии, другие стрелы .....	230
Доказательство второго начала термодинамики .....	233
Когда законов физики недостаточно .....	236
Гипотеза о прошлом .....	238
Примечания .....	241
Глава 9. Информация и жизнь .....	246
Картинки и воспоминания .....	247
Когнитивная нестабильность .....	250
Причина и следствие .....	252
Демон Максвелла .....	254
Записываем и стираем .....	256
Информация — физическая величина .....	258
Есть ли у жизни смысл? .....	260
Жизнь в движении .....	264
Свободная энергия, а не свободный доступ к пивному крану .....	267
Сложность и время .....	271
Примечания .....	273
Глава 10. Повторяющиеся кошмары .....	276
Хаос Пуанкаре .....	277
Цермело против Больцмана .....	281
Проблемы вечной Вселенной .....	283
Флуктуации вокруг равновесия .....	287
Антропный принцип .....	289
Отклонение в древние времена .....	293
Собирая яйцо из осколков .....	295
Мозг Больцмана .....	298
Кто мы такие в Мультиленной? .....	302
Финал .....	304
Примечания .....	305

Глава 11. Квантовое время .....	310
Квантовая кошка .....	313
Как работают волновые функции .....	315
Интерференция .....	317
Коллапс волновой функции .....	322
Необратимость .....	324
Неопределенность .....	327
Волновая функция Вселенной .....	329
Запутывание .....	331
ЭПР-парадокс .....	333
Много миров, много умов .....	335
Декогеренция .....	338
Коллапс волновой функции и стрела времени .....	340
Примечания .....	343
<b>Часть IV. Из кухни в Мультиленную .....</b>	<b>346</b>
Глава 12. Черные дыры: конец времени .....	346
Черные дыры — это реальность .....	348
У черных дыр нет волос .....	349
Законы механики черных дыр .....	352
Гипотеза Бекенштейна об энтропии .....	355
Хокинговское излучение .....	357
Испарение .....	361
Потеря информации? .....	364
Сколько состояний поместится в контейнер? .....	367
Голографический принцип .....	369
Хокинг сдается .....	372
Сюрприз из теории струн .....	375
Примечания .....	378
Глава 13. Жизнь Вселенной .....	382
Наши горячие, однородные первые дни .....	383
Что мы подразумеваем под «нашей Вселенной» .....	385
Сохранение информации в расширяющемся пространстве—времени ...	387
Комковатость .....	391
Эволюция энтропии .....	396
Максимизация энтропии .....	399
Пустое пространство .....	401
Реальный мир .....	406
Энергия вакуума .....	407
Почему мы живем не в пустом пространстве? .....	411
Примечания .....	415

Глава 14. Инфляция и Мультиленная .....	419
Кривизна пространства .....	420
Магнитные монополи .....	423
Инфляция .....	424
Проблема горизонта .....	427
Истинный и ложный вакуумы .....	430
Вечная инфляция .....	434
Мультиленная .....	437
Чего хорошего в инфляции? .....	440
Возвращаясь к нашему сопутствующему объему .....	443
Подготавливая почву .....	445
Примечания .....	447
Глава 15. Прошлое сквозь будущее .....	451
Эволюция пространства состояний .....	452
Необратимые движения .....	454
Особое начало .....	458
Симметричная Вселенная .....	460
До Большого взрыва .....	463
Стрела всего времени .....	466
Гипотеза о середине .....	468
Новорожденные Вселенные .....	470
Неугомонная Мультиленная .....	475
Собирая все вместе .....	481
Примечания .....	483
Глава 16. Эпилог .....	488
Каков ответ? .....	489
Эмпирический круг .....	492
Мультиленная — это не теория .....	493
Поиск смысла в абсурдной Вселенной .....	496
Следующие шаги .....	498
Примечания .....	499
<b>Приложение. Математика .....</b>	<b>501</b>
Возведение в степень .....	501
Большие числа .....	504
Логарифмы .....	505
Примечания .....	508
<b>Благодарности .....</b>	<b>509</b>